



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för kliniska vetenskaper

Slithållfastheten för dentin och cement i förhållande till emalj in vivo hos häst

Johanna Andersson

Uppsala

2009

Examensarbete inom veterinärprogrammet

ISSN 1652-8697
Examensarbete 2010:15

Slithållfastheten för dentin och cement i förhållande till emalj in vivo hos häst

Johanna Andersson

Handledare: Ove Wattle, Institutionen för kliniska vetenskaper

Examinator: Bernt Jones, Institutionen för kliniska vetenskaper

*Examensarbete inom veterinärprogrammet, Uppsala 2009
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för kliniska vetenskaper
Kurskod: EX 0239, Nivå X, 30hp*

Nyckelord: häst, tänder, tuggyta, emalj, tandslitage, tandraspning

*Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se>
ISSN 1652-8697
Examensarbete 2010:15*

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	1
SUMMARY	1
INLEDNING	2
MATERIAL OCH METODER	5
Avtryckstagning	5
Gipsmodellering	6
Laserscanning	6
Datamätning	7
RESULTAT	8
DISKUSSION	13
SLUTSATS	16
REFERENSER	17
BILAGA 1	

SAMMANFATTNING

Tandraspning medför att hästens begränsade emaljkapital minskas. Ingen studie har publicerats kring hur åtgärden påverkar tuggytan över tid. För att studera slithållfastheten för dentin och cement i förhållande till emalj och tidsaspekten för återkomsten av tuggytans emaljåsar efter nedraspning, togs tandavtryck från P2 i vänster överkäke hos sju varmblodiga travhästar före och efter tandraspning dag 1, samt efter 60 ± 2 dagar och 90 ± 2 dagar. Gipsmodellerna av dessa avtryck laserscannades och resulterande 3D-modellers tuggytor kunde studeras i ett dataprogram. 36 höjddifferenser mellan emalj och cement eller dentin definierades på tuggytan och mättes vid varje avtryckstillfälle.

Majoriteten av de uppmätta höjddifferenserna på P2:s tuggyta minskade hos samtliga hästar efter tandraspning dag 1. De ökade efter 60 ± 2 dagar hos fem av sju hästar och ökade ytterligare efter 90 ± 2 dagar hos fem av sju hästar. Resultaten visar att cement och dentin har en betydligt lägre slithållfasthet än emalj hos häst och därmed slits snabbare. Den ursprungliga höjddifferensen mellan emalj och cement eller dentin återficks inom 90 ± 2 dagar efter tandraspning för majoriteten av differenserna hos fyra av sju hästar. Fysiologiska aspekter som kan påverka tiden för framträdandet av emaljåsar efter en tandraspning diskuteras.

Klinisk betydelse: Effekten av att minska emaljåsarnas höjd genom tandraspning är kortvarig emedan förlusten av emalj är permanent. Resultaten stödjer hypotesen att emalj, jämfört med dentin och cement, är den vävnad som bäst tål tuggslitage.

SUMMARY

Dental floating of horses inevitably entails a reduction of their limited enamel capital. No published study has evaluated the effect of floating on the occlusal surface over time. In order to investigate the wear resistance of dentine and cementum in relation to enamel, and also the recovery of occlusal surface enamel pattern following dental floating, impressions were taken of left maxillary P2 in seven warm-blooded trotter horses as follows: Pre- and post-floating day 1, and after 60 ± 2 days and 90 ± 2 days. The plaster casts of these impressions were laser scanned for construction of resulting digitalized 3D-models. 36 differences of altitude between enamel folds and dentine or cementum were defined on the occlusal surface and measured at each of the four occasions.

At the majority of the 36 measuring points on each tooth occlusal surface, the difference in altitude declined day 1 post-floating. The difference in enamel altitude versus dentine and cementum increased in five of seven horses at 60 ± 2 days, and increased further after 90 ± 2 days in five of seven horses. The results showed a lower wear resistance, i.e. a higher wear rate, for dentine and cementum compared to enamel. The original difference in altitude between enamel and dentine or cementum was regained within 90 ± 2 days following dental floating for the majority of the 36 differences measured in four of seven horses.

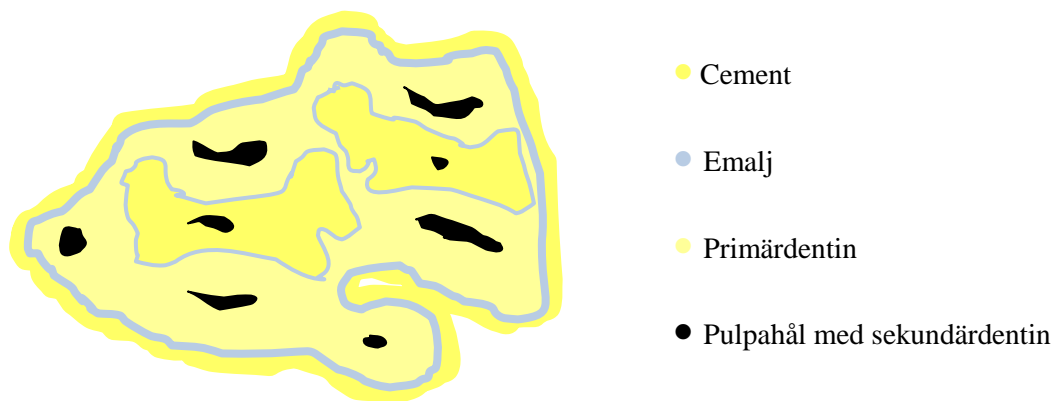
Clinical relevance: Enamel is, in relation to cementum and dentine, the main hard tissue for attrition. The effect of lowering enamel points by dental floating may be of short duration but the reduction of enamel is permanent.

INLEDNING

Premolarerna och molarerna (kind- och oxeltänderna) bildar en kontinuerlig tandrad i respektive kvadrant i munhålan. Respektive sidas över- och underkäkes uppsättning av dessa tänder skapar tillsammans en effektiv funktionell enhet för malning och bearbetning av foder (Baker 2005b; Dyce *et al.* 2002; Lowder *et al.* 1998). Den normala bettrelationen är neutral, med vilket menas att P2:ornas rostrala kanter möter varandra i respektive käke samtidigt som ett liknande tuggmöte sker mellan M3:ornas kaudala kanter (Pettersson *et al.* 1991). Underkäken är smalare än överkäken, vilket medför att slitaget av kind- och oxeltändernas tuggytor sker snabbare lingualt i överkäken respektive buccalt i underkäken (Dixon 2005; Lowder *et al.* 1998; Kilic *et al.* 1997a). Efter den initiala anpassningen till motstående tand sker nedslitningen av tänderna med relativt lika omfattning så länge hästen tuggat normalt. Tuggytan får således ett mer eller mindre lutande plan i ventrobuccal riktning (Dyce *et al.* 2002). Slitaget speglar det tuggmöte mellan kind- och oxeltänderna som skett med en större rörelse i latero-medial riktning och en mindre i caudo-rostral riktning (Bonin *et al.* 2006). Det lutande tuggplanet ökar tuggytornas area, samtidigt som det i kombination med käkarnas inbördes förhållande, anses vara ett sätt att minimera risken för slemhinneskador vid tuggning (Kilic *et al.* 1997a). Då överkäkens kind- och oxeltänder är bredare än motsvarande tänder i underkäken, är en mindre andel av tuggytans area på en kind- eller oxeltand i överkäken i tuggkontakt, jämfört med motstående tand i underkäken vid samma tidpunkt.

Hästens permanenta kind- och oxeltänder är med undantag av P1, alltid hypsodonta vilket innebär att rotutvecklingen är fördröjd och påbörjas först då tanden kommit i slitning. Rotutvecklingen medför att tanden skjuts fram ur alveolarhålan så att den exponerade kronans höjd förblir relativt konstant trots det kontinuerliga slitaget vid tuggytan (Kirkland *et al.* 1996). När rotutvecklingen, i form av att dentin och cement bildas vid rotapex, påbörjas har bildandet av emalj redan avslutats. Den så kallade äkta tandtillväxten fortgår tills rotutvecklingen är färdig och rotapex sluts vid 12-15 års ålder. Tandens totala längd blir därefter successivt kortare och tuggkontakten kvartstår genom att spongiöst ben som bildas vid rotänden trycker fram den. Tandens erupterar med cirka 2-3 mm per år, vilket motsvarar den normala attritionen under samma tidsperiod (Dyce *et al.* 2002; Lowder *et al.* 1998). Den fördröjda rotutvecklingen möjliggör det tandslitage som uppstår när tänderna möts vid malande av grovfoder.

Precis efter eruption täcks hela den permanenta tandens kliniska krona av ett yttre cementlager med ett tunt emaljlager därunder, men då tanden kommer i slitning med motstående tand, slits dessa yttre strukturer successivt bort på tuggytan och ett komplext mönster av cement, emalj, primär- och sekundärdentin träder fram (figur 1) (Kilic *et al.* 1997a; Kilic *et al.* 1997d). Pulpahålorna, som varierar i antal beroende på tand, fylls allt eftersom tanden slits kontinuerligt med sekundärdentin närmast occlusalplanet för att skydda den underliggande pulpan från exponering (Kilic *et al.* 1997c).



Figur 1. Schematisk bild över tuggytan för P2 i överkäken med cement, emalj, primärdentin och pulpahål med sekundärdentin. I de två inre emaljåsmönstren som ses på bilden (= infundibulum) illustrerar den svarta färgen kärllspår, det vill säga spår efter de kärl som näringsförsörjde de cementoblaster som producerade den infundibulära cement som bildades under tandens utveckling.

Till följd av dentinets och cementets mjukare struktur, slits dessa vävnader ned snabbare än emalj och följaktligen är därför dessa hårdvävnader längre från occlusalplanet än emaljåsarna (Kilic *et al.* 1997a). Därmed skapas naturligt en ojämn tuggyta som effektiviserar foderbearbetningen (Lowder *et al.* 1998; Dyce *et al.* 2002; Dixon 2005). Emaljen har också ansetts ha en skyddande funktion genom att hindra närliggande cement och dentin från alltför stor nedslitning (Kilic *et al.* 1997c). Stora områden av dentin på tuggytan har därför en högre grad av nivåskillnad gentemot emalj jämfört med små områden, till följd av att det fått mindre stöd från närliggande emalj (Kilic *et al.* 1997a). Samtidigt skyddar dentin och cement genom sin elasticitet den bräckliga emaljen från sprickbildningar (Kilic *et al.* 1997a, Lowder *et al.* 1998). Överkäkens kind- och oxeltänder kompenserar en mindre veckad emaljstruktur jämfört med motsvarande tänder i underkäken, genom förekomsten av infundibulum (Kilic *et al.* 1997a).

Emaljen är som tjockast buccalt på överkåkens kind- och oxeltänder, respektive lingualt i underkäken. Detta anses reflektera de ytor på tuggytan som får motstå den största kraften i tuggmötet, liksom var emaljen troligen är som mest motståndskraftig mot slitage. Liknande resonemang har använts för att förklara varför invaginationer av emalj är tunnare än övriga emaljåsar på tuggytan (Kilic *et al.* 1997a).

Hur tuggytan slits är beroende på en mängd faktorer som typ av föda, åttid, tuggstyrka och utseende på mötande tänders tuggytor samt hur förekomst av smärtsamma processer eller störande strukturer som hakar påverkar tugggrörelsen (Dixon 2005; Kilic *et al.* 1997a). Muyelle *et al.* (1999) visade att primär- och sekundärdentinets hårdhet ökade med åldern till följd av att dessa vävnader har större hårdhet närmare det ursprungliga apexet. Muyelle och medarbetare har i en in vitro studie visat att det kan föreligga en viss rasvariation i tandvävnadernas hårdhet, men inte i en sådan omfattning att det kunde förklara de rasskillnader i

incisivers slitagehastighet som rapporterats av Muyelle *et al.* (1996, 1997 och 1998).

I takt med att tanden slits minskar tuggytans area till följd av att tanden successivt smalnar av mot rotspetsen. Därmed minskar den totala arean av tuggytor tillgängliga för foderbearbetning ju mer tänderna slits och ju äldre hästen blir (Baker 2005a). Äldre hästars tänder slits också snabbare som ett resultat av att den perifera emaljen har en mindre veckad struktur apikalt på tanden. Då emaljkapitalet tagit slut är det som återstår av tanden dentin omgivet av ett kraftigt cementlager. Avsaknaden av emalj medför en mjuk tuggyta som snabbt slits ned. (Dixon 2005; Kirkland *et al.* 1996).

Tandraspning har länge varit den vanligaste åtgärden inom hästtandvård (Carmalt *et al.* 2003; Easley 1998; Scrutchfield *et al.* 1993) och då framförallt med inriktning på att raspa vassa emaljåsar eller att åstadkomma ett symmetriskt bett. Vad gäller effekten av tandraspning så har bara dess inverkan på hästens förmåga att tillgodogöra sig foder studerats (Ralston *et al.* 2001 och Carmalt *et al.* 2004). Ralston *et al.* (2001) följde hästar, utan allvarliga avvikelser i tuggfunktion och som ej raspats det senaste året, under en månads tid. Dels efter rutinmässig tandraspning i form av borttagning av hakar och vassa emaljåsar och dels efter avrundning och utjämning av kind- och oxeltändernas ytor. Ingen signifikant påverkan på digestionen kunde ses efter någon av åtgärderna. Carmalt *et al.* (2004) undersökte under sex månaders tid effekten av tandraspning på dräktiga, ej tidigare tandraspade, hästars digestion, kroppsvikt och hull, samt partikelstorlek i träck. De kunde inte se några skillnader i digestion mellan tandraspade och icke tandraspade hästar.

Ingen har publicerat någon studie av hur tandraspning påverkat tandens tuggyta över tiden. Hästen är ett utpräglat betesdjur, vars tuggsystem är utvecklat för att kunna mala och bearbeta föda cirka 18 timmar per dygn. Som nämnts ovan så är det tuggytans emaljåsar som möjliggör foderbearbetningen (Dixon 2005). Som också nämnts ovan är emaljen färdigbildad då tanden först kommer i slitning (Kirkland *et al.* 1996), vilket innebär att det emaljkapitalet skall räcka till foderbearbetning under hela hästens livslängd. Tandraspning innebär oundvikligen att emaljkapitalet och därigenom tandens möjliga livslängd minskas. Med tanke på att tandraspning under lång tid varit den vanligaste åtgärden inom hästtandvården är det av kliniskt intresse att fördjupa kunskaperna om tuggytans hårdvävnader.

Syftet med denna studie var, genom att följa höjdförändringen mellan emalj och cement eller dentin på P2:s tuggyta efter tandraspning, att in vivo studera slithållfastheten för dentin och cement i förhållande till emalj. Syftet var också att få en indikation på emaljmönstrets återhämtning efter nedraspning.

Hypotesen var att cement och dentin har en lägre slithållfasthet än emalj och att den ursprungliga nivårelationen mellan dessa hårdvävnader därmed borde återfås inom tre månader efter en tandraspning.

MATERIAL OCH METODER

Sju varmblodiga travhästar (häst A-G) i ålderskategorin 9-20 år; fem ston, en valack och en hingst, som samtliga används i undervisningen vid Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala ingick i försöket. Hästarna stod i halmade boxar och utfodrades dagligen med cirka 8 kg hö, 0,4 kg betfor och 0,3 kg havre, samt gick i beteshage under ett varierande antal timmar dagligen. Användandet av hästarna godkändes av Uppsala djurförsöksetiska nämnd, enligt diarienummer C128/9.

Hästarna sederades med detomidin (Domosedan vet.¹, 10-20 µg/kg kroppsvikt) intravenöst för att möjliggöra en lugn och grundlig undersökning. Vid behov kompletterades sederingen med butorfanol (Butador vet.², 25 µg/kg kroppsvikt) intravenöst för att minska hästens känslighet i munnen och därmed oönskade tungrörelser. Öronhätta applicerades för att minska störande ljud från omgivningen som annars kunde inverka negativt på sederingens effekt. Huvudstöd ordnades i form av en platelongo som spändes fast i boxöppningen. Hästarna tilläts vila ungefär tio minuter efter injicering för att främja full effekt av sederingen. Därefter anbringades en munstege (Mc Pherson), munhålan sköljdes ren från foderrester med vatten och fokalt ljus i form av en fiberoptiklampa användes för att tydligt synliggöra strukturerna i munhålan.

Dag 0 gjordes en grundlig munhåleundersökning för att säkerställa att samtliga hästar hade en normal tuggfunktion. Därefter togs ett avtryck från P2 i vänster överkäke med Kromopan® avtrycksmassa³. P2 i överkäken valdes med hänsyn till dess lättåtkomlighet, samtidigt som den är lika involverad i tuggfunktionen som övriga kind- och oxeltänder. Dessutom var risken för interferens med tungans rörelser mindre i överkäken jämfört med i underkäken. Detta första avtryck utgjorde den referens och kontroll mot vilken övriga efterföljande avtryck från samma tand jämfördes med i studien. Emaljmonstret på tuggytan raspades därefter ned med hjälp av både manuella och i enstaka fall automatiska tandraspar, och en subjektiv bedömning fick avgöra hur mycket hårdvävnad som togs bort. Resultatet dokumenterades genom ett direkt efterföljande tandavtryck som därmed möjliggjorde att effekten av raspningen för respektive häst kunde uppmätas.

Dag 60 ± 2 dagar och dag 90 ± 2 dagar togs nya tandavtryck från P2 på respektive häst. Detta för att kunna studera tuggytans förändring efter raspning över tid. Två hästar (häst F och G) undersöktes dag 83 istället för dag 90 ± 2 dagar. Sammanlagt togs alltså fyra avtryck från respektive häst, vilket gav en totalsumma av 28 avtryck.

Avtryckstagning

Två i förpackningen medföljande mått Kromopan® avtrycksmassa blandades med två mått vatten. Massan spatlades ut i en gummibägare eller i en plastburk med hjälp av en blandningspaddel. Detta för att minimera antalet luftbubblor, som annars kunde medföra defekter vid den senare gipsmodelleringen. Färgförändring i massan från lila till rosa indikerade tidpunkten för insättning i munnen. Som avtrycksform användes en 125 ml Desivonflaska⁴ tillverkad av hårdplast. Flaskan delades på längden och halsområdet skars bort för att formen skulle passa tandraden, där den stängda delen (botten) anlades rostralt om P2. Det krävdes att

formen var tillräckligt stabil för att tillåta avtrycksmassan att stelna i ett och samma läge. Justeringar av formens sidohöjder var nödvändiga för att undvika tryck mot gomtaketets slemhinna vid avtryckstagningen. Den rosa färdigspatlade massan lades i formen som trycktes mot P2 i vänster överkäke. Färgförändring från rosa till vitt indikerade att massan stelnat, vilket tog cirka 30 sekunder till 1 minut. Därefter togs formen ut och avtryckets kvalitet bedömdes.

Gipsmodellering

Om emaljmönstret var tydligt återgivet i avtrycket kunde detta gipsas, vilket utfördes samma dag som avtryckstagningen. Som gips användes antingen Krone modellgips⁵, eller Hera Moldano hårdgips typ 3⁶. 75 g Krone modellgips blandades i 50 ml vatten enligt instruktion på förpackningen. Avtrycket placerades på en skakapparat för att minimera uppkomsten av luftbubblor då gipset hällades i, samt för att säkerställa att gipset täckte hela tuggytan. Därefter kunde ytterligare gips läggas på avtrycket för att bygga upp en tillfredsställande volym, varefter modellen tilläts stelna i rumstemperatur innan den lösgjordes från avtrycksmassan. Hårdgipset användes på likartat sätt, med undantag från själva beredningen då 100 g gips blandades i 30 ml vatten, enligt instruktion på förpackningen. Enligt uppgift från två tandtekniska företag (ett i Uppsala och ett i Stockholm) anses en felavvikelse på $< \pm 0,1$ mm föreligga mellan en gipsmodell av ett tandavtryck och den verkliga tanden inom humantandvården. På humansidan tas avtrycket av tandläkaren emedan tandteknikern ofta gör gipsavtrycket.

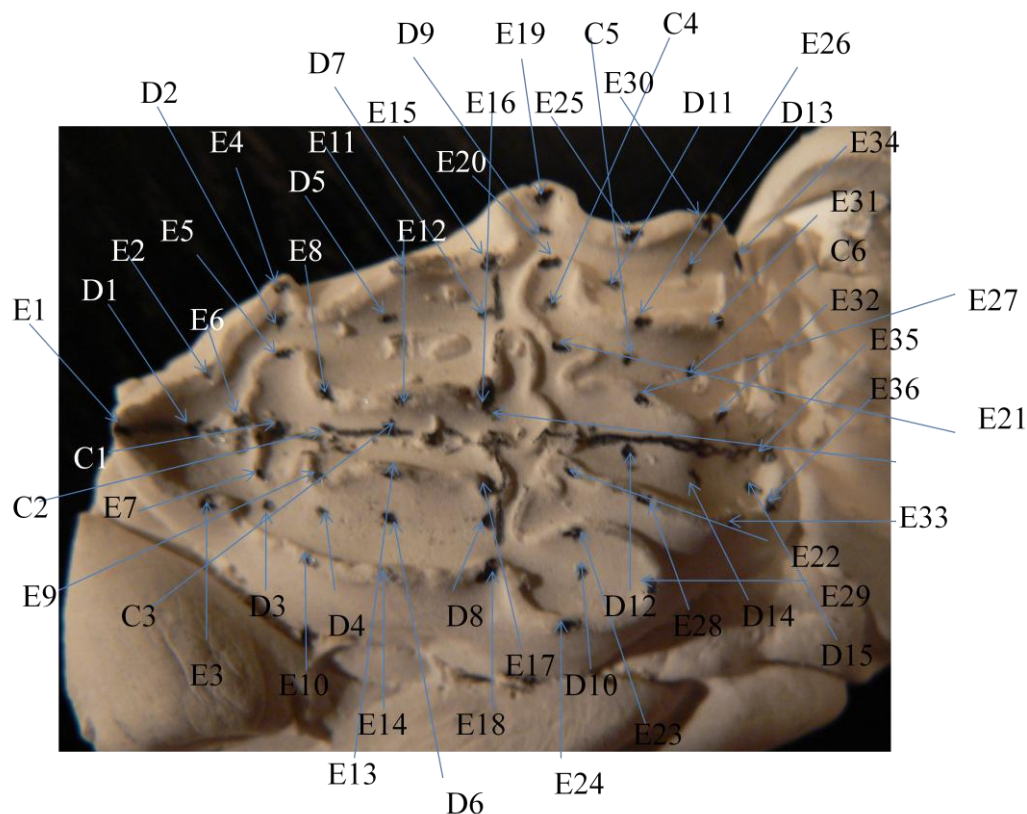
Laserscanning

Laserscanning av gipsmodellerna utfördes av Hexagon Metrology Nordic⁷, ett företag specialiserat på mätteknik.

En 7-axlig mätarm av modell Romer Infinite SC⁸ (noggrannhet $\pm 64,0 \mu\text{m}$) användes för att scanna av tuggytan på varje gipsmodell. Mätarmen bestod av två kolfiberrör med sju leder som var och en var utrustad med en optisk vinkelgivare, vilken kontinuerligt skickade sina värden till en dator. Ytterst på mätarmen fanns en lasersensor (noggrannhet $\pm 20,0 \mu\text{m}$) som sveptes över mätobjektet samtidigt som laserljus skickades mot tuggytan. Ljusreflektionerna fångades upp av två kameror i sensorn som loggade av punkter där mätobjektet belystes. Varje gipsmodell kom således att representeras av ca 10000 punkter. För varje punkt räknade datorn ut X-, Y- och Z-värden genom att sammanställa mätdata från samtliga sju vinkelgivare. Resultatet blev en så kallad punktsvärm som visualiserades i realtid till en 3D-modell på dataskärmen. Dataprogrammet PolyWorks⁹ möjliggjorde sedan att snurra, zooma och vinkla 3D-modellen, samt att erhålla ett X-, Y- och Z-värde för varje punkt genom att jämföra mot en given definierad referens. Referensen i detta fall bestod av ett genomsnittligt plan av hela tandytan, som anpassades individuellt för varje 3D-modell. Felavvikelsen för anpassningen av referensplanet uppskattades till $\pm 0,05$ mm (Jörgensen, J., pers. medd., 2009).

Datamätning

36 mätpunkter på emaljåsarna definierades på P2:s tuggyta utifrån karaktäristiska strukturer i emaljmönstret och benämndes E1-36. 15 mätpunkter i dentin och 6 mätpunkter i cement definierades också på likartat sätt och benämndes D1-15 respektive C1-6. Samtliga mätpunkter var desamma för alla 3D-modeller. Det stora antalet mätpunkter valdes för att säkerställa tillgängliga mätpunkter vid eventuella defekter i gipsmodellerna. I figur 2 redovisas mätpunkternas positioner och benämningar på P2:s tuggyta.



Figur 2. Benämning och position av mätpunkterna på P2:s tuggyta.

Dataprogrammet Polyworks® användes för att räkna ut differensen i höjdled mellan emalj och cement eller dentin. Totalt beräknades 36 differenser på 3D-modellen, enligt tabell 1. Den genomsnittliga felavvikelsen beräknades till $\pm 0,05$ mm efter tre upprepade mätningar av 20 differenser på en tuggyta.

Tabell 1. Differenser i höjdled på P2:s tuggyta utifrån mätpunkter på emalj (E), dentin (D) och cement (C)

Differens E-D/C				
E1-D1	E9-D4	E17-D8	E25-D11	E33-D14
E2-D1	E10-D4	E18-D8	E26-C5	E34-D13
E3-D1	E11-D5	E19-D9	E27-D12	E35-D15
E4-D2	E12-C3	E20-C4	E28-D12	E36-D15
E5-C1	E13-D6	E21-C4	E29-D10	
E6-C1	E14-D6	E22-D12	E30-D13	
E7-D3	E15-D7	E23-D10	E31-C6	
E8-C2	E16-D7	E24-D10	E32-D14	

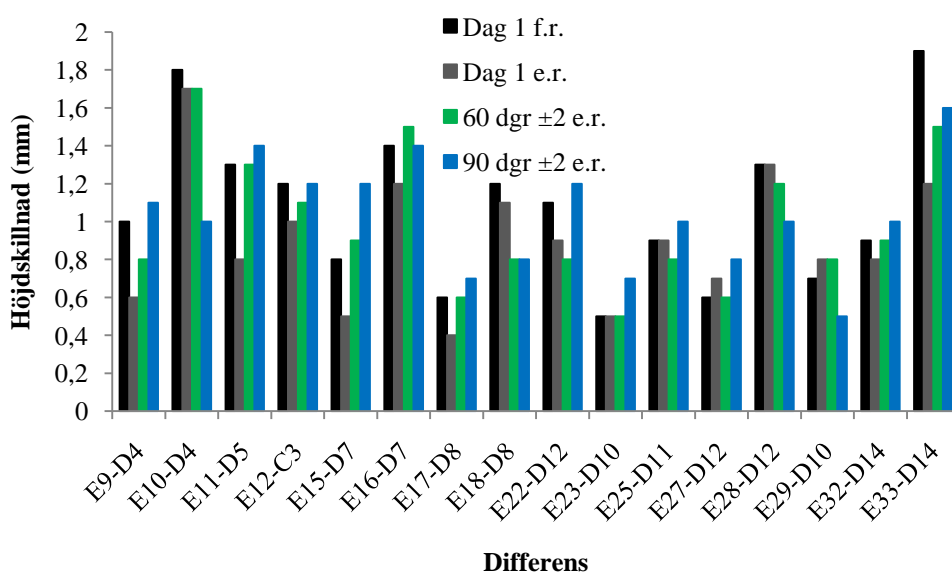
I de fall där positionen för en mätpunkt sammanföll med synliga defekter i gipsmodellen i form av avvikande förhöjningar eller fördjupningar, utfördes ingen mätning på dessa punkter.

Med anledning av det låga antalet ingående hästar i studien utfördes ingen statistisk beräkning av resultatet.

RESULTAT

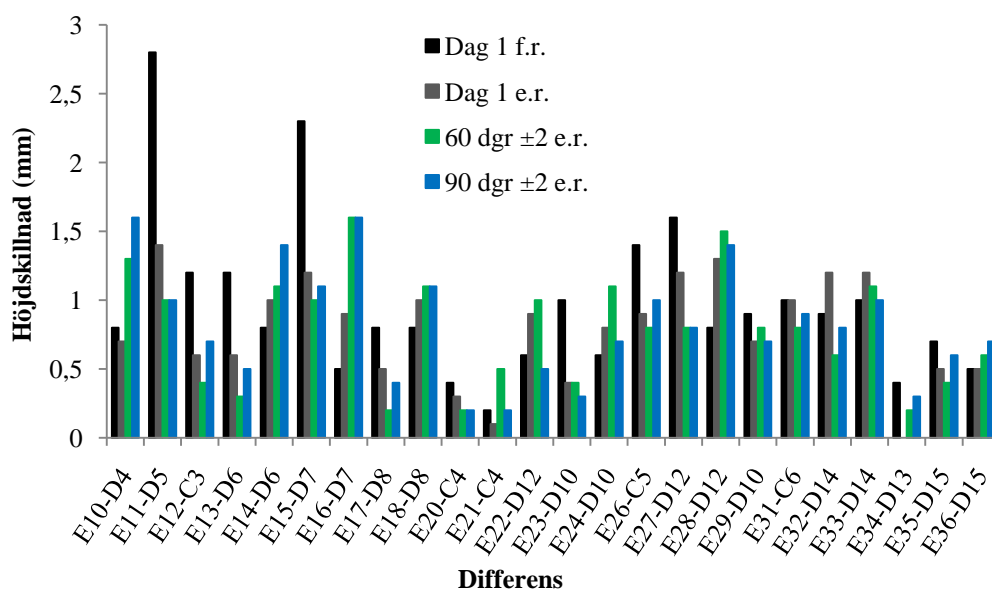
Förändringen av P2:s tuggyta efter tandraspning för häst A-G åskådliggörs i nedanstående diagram (figur 3-9). Endast de differenser där mätvärden erhöles vid samtliga fyra mättillfällen redovisas. För en sammanställning av de exakta värdena för alla mätpunkter vid samtliga mättillfällen för respektive häst, hänvisas till bilaga 1 (tabell 2-7).

I figur 3 redovisas tuggytans förändring för häst A. Höjdskillnaden mellan emalj och cement eller dentin var på de flesta mätpunkter (11/16) lägre efter tandraspning än före. Vid 60 ± 2 dagar efter tandraspning, var höjdskillnaderna lika ofta (8/16) lägre än eller lika med nivån för dag 1 efter tandraspning, som högre. Vid 90 ± 2 dagar efter tandraspning hade majoriteten av mätpunkterna (12/16) ett högre värde jämfört med dag 1 efter tandraspning och differenserna hade också i de flesta fall (11/16) ökat sedan mätningen vid 60 ± 2 dagar. I flera fall (10/16) tangerade differenserna vid denna tidpunkt nivån för dag 1 före tandraspning, vilket även kunde observeras vid dag 60 ± 2 dagar efter tandraspning (8/16).



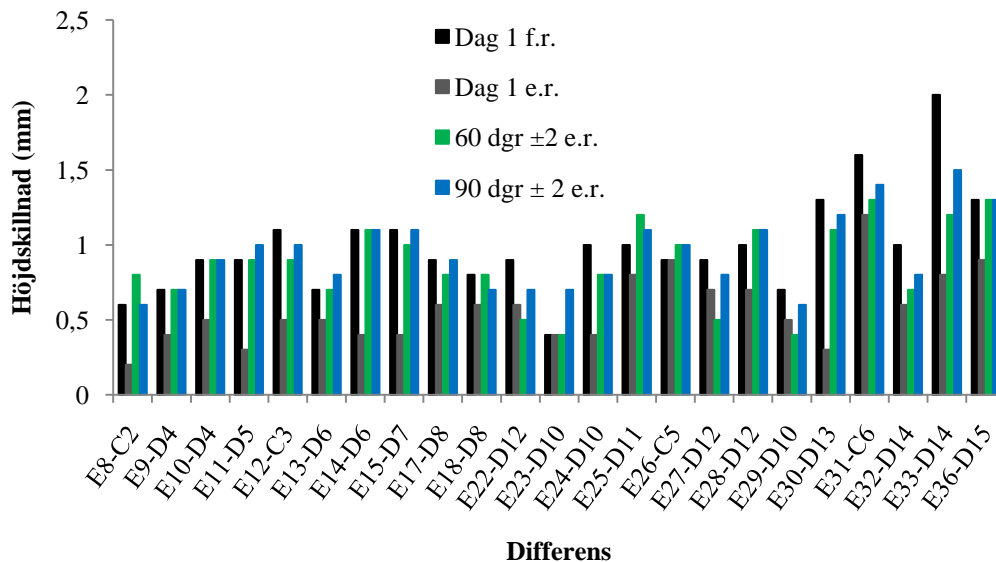
Figur 3. Häst A, sto, 11 år. Höjdskillnaden (mm) mellan emalj och cement eller dentin för de olika differenserna på P2:s tuggyta dag 1 före (f.r.) och efter tandraspning (e.r.), samt efter 60 ± 2 dagar och 90 ± 2 dagar.

För häst B i figur 4 hade 14/24 differenser ett lägre värde efter tandraspning dag 1 än före. Vid 60 ± 2 dagar var de flesta höjddifferenser (13/24) lägre än eller på samma nivå som dag 1 efter tandraspning, medan de flesta mätvärden (11/24) vid 90 ± 2 dagar var högre än dag 1 efter tandraspning. Vid det senare mättillfället kunde en ökning av höjddifferenserna sedan dag 60 ± 2 noteras i hälften (12/24) av fallen och 8/24 differenser hade då uppnått nivån för dag 1 före tandraspning. Motsvarande siffra vid 60 ± 2 dagar var 10/24.



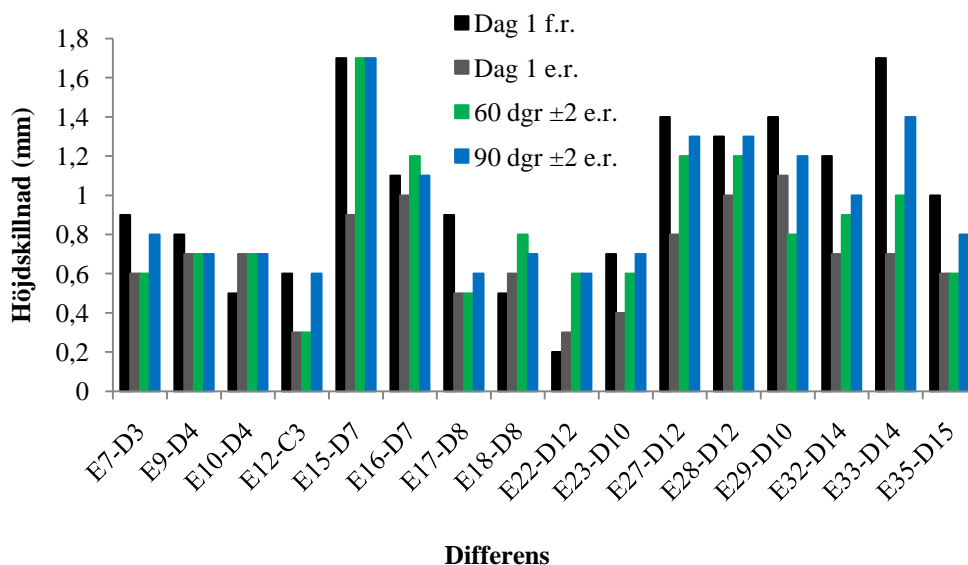
Figur 4. Häst B, sto, 19 år. Höjdskillnaden (mm) mellan emalj och cement eller dentin för de olika differenserna på P2:s tuggyta dag 1 före (f.r.) och efter tandraspning (e.r.), samt efter 60 ± 2 dagar och 90 ± 2 dagar.

För häst C (figur 5) hade mätvärdena (21/23) nästan uteslutande lägre värden efter tandraspning jämfört med före. Vid 60 ± 2 dagar var majoriteten (19/23) av differenserna högre än dag 1 efter tandraspning, men i tre fall var differensen lägre. 90 ± 2 dagar efter tandraspning hade differensen på de flesta mätpunkter (13/23) ökat något ytterligare jämfört med föregående mättillfälle och hade i 13/23 fall nått upp till nivåerna för dag 1 före tandraspning. Det senare förekom även i 10/23 fall vid 60 ± 2 dagar efter tandraspning.



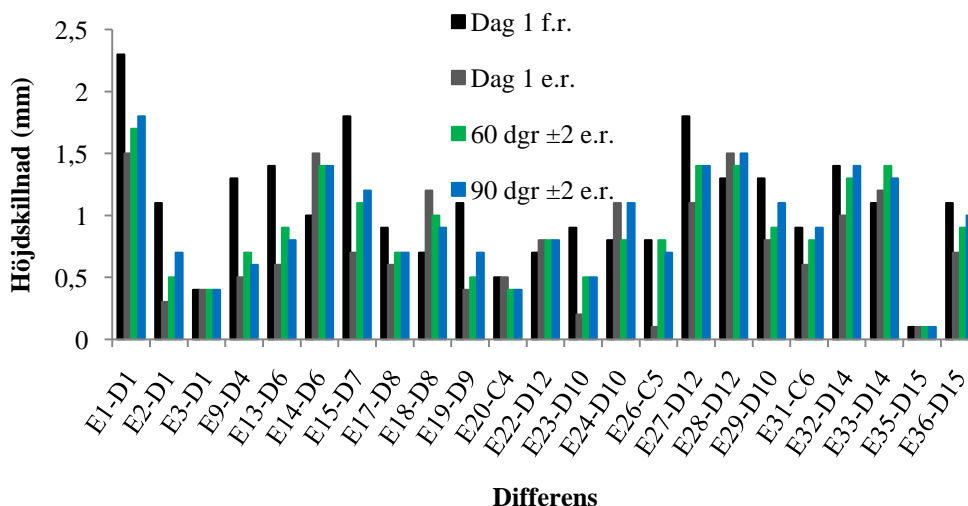
Figur 5. Häst C, valack, 9 år. Höjdskillnaden (mm) mellan emalj och cement eller dentin för de olika differenserna på P2:s tuggyta dag 1 före (f.r.) och efter tandraspning (e.r.), samt efter 60 ± 2 dagar och 90 ± 2 dagar.

I figur 6 redovisas resultaten för häst D, som huvudsakligen (13/16) hade lägre värden för differenserna efter tandraspning dag 1 jämfört med före. En ökning av differenserna vid dag 60 ± 2 dagar, kunde noteras i 9/16 fall och en ytterligare ökning vid 90 ± 2 dagar i 10/16 fall. För hälften av differenserna (8/16) hade nivån för dag 1 före tandraspning uppnåtts vid 90 ± 2 dagar och motsvarande siffra vid 60 ± 2 dagar var 5/16.



Figur 6. Häst D, hingst, 20 år. Höjdskillnaden (mm) mellan emalj och cement eller dentin för de olika differenserna på P2:s tuggyta dag 1 före (f.r.) och efter tandraspning (e.r.), samt efter 60 ± 2 dagar och 90 ± 2 dagar.

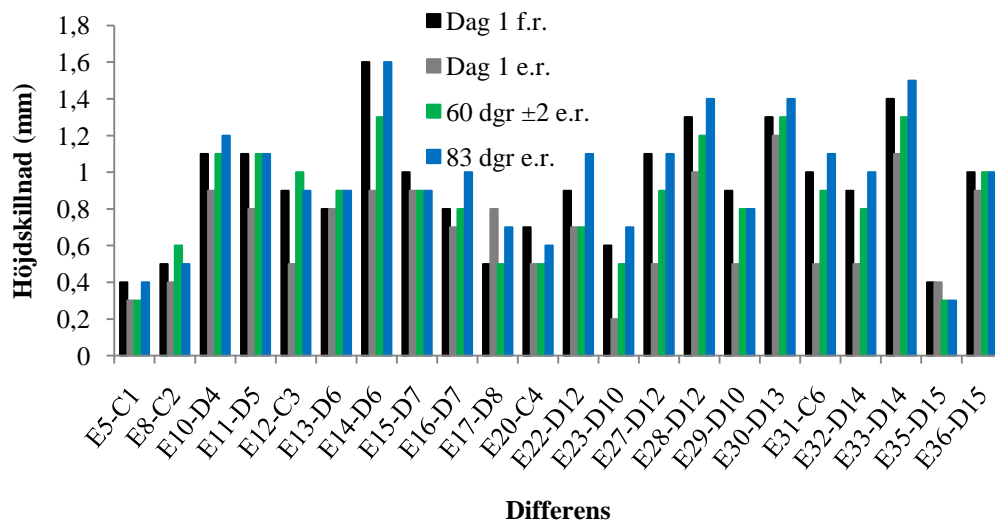
Häst E i figur 7 uppvisade för de flesta mätvärden (14/23) en lägre höjddifferens mellan emalj och cement eller dentin efter tandraspning dag 1 jämfört med före. Höjdskillnaderna hade ökat vid 60 ± 2 dagar i 15/23 fall jämfört med dag 1 efter tandraspning och en ytterligare ökning till dag 90 ± 2 dagar kunde observeras i 10/23 fall. Vid 90 ± 2 dagar hade nivån för dag 1 före tandraspning uppnåtts för 6/23 differenser, vid 60 ± 2 dagar i 7/23 fall.



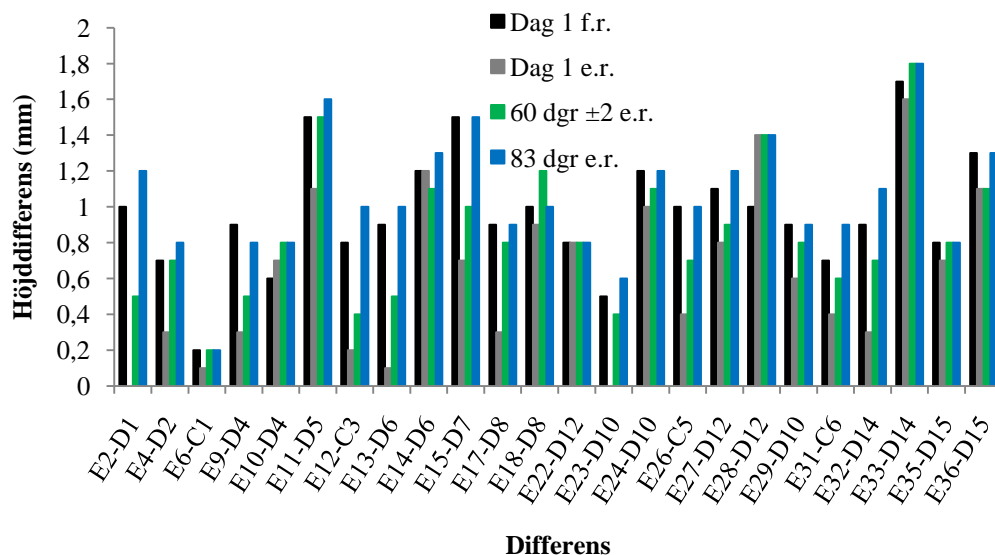
Figur 7. Häst E, sto, 9 år. Höjdskillnaden (mm) mellan emalj och cement eller dentin för de olika differenserna på P2:s tuggyta dag 1 före (f.r.) och efter tandraspning (e.r.), samt efter 60 ± 2 dagar och 90 ± 2 dagar.

För häst F och G i figur 8 respektive 9, uppmättes en minskning av höjddifferenserna dag 1 efter tandraspning i 19/22 fall respektive 20/24 fall. En ökning av differenserna till dag 60 ± 2 dagar, kunde observeras i 16/22 fall respektive

20/24 fall. Vid denna tidpunkt hade även nivån för dag 1 före tandraspning uppnåtts i 8/22 fall respektive 9/24 fall. 90 ± 2 dagar efter tandraspning hade differenserna ökat ytterligare sedan föregående mättillfället i 14/22 fall respektive 17/24 fall. Vid denna tidpunkt hade nivån för dag 1 före tandraspning uppnåtts i 18/22 fall respektive 21/24 fall.



Figur 8. Häst F, sto, 9 år. Höjdskillnaden (mm) mellan emalj och cement eller dentin för de olika differenserna på P2:s tuggyta dag 1 före (f.r.) och efter tandraspning (e.r.), samt efter 60 ± 2 dagar och 83 dagar.



Figur 9. Häst G, sto, 17 år. Höjdskillnaden (mm) mellan emalj och cement eller dentin för de olika differenserna på P2:s tuggyta dag 1 före (f.r.) och efter tandraspning (e.r.), samt efter 60 ± 2 dagar och 83 dagar.

DISKUSSION

Studiens resultat visar att cement och dentin slits ned snabbare än emalj med resultatet att emaljåsarnas ursprungshöjd, i förhållande till de andra två hårdvävnaderna, successivt återficks inom 90 dagar efter tandraspning. Resultaten bekräftar att hästens cement och dentin har en lägre slithållfasthet än dess emalj. Höjddifferenserna mellan emalj och cement eller dentin var större hos fem av sju hästar (häst C-G) efter 60 ± 2 dagar jämfört med dag 1 efter tandraspning, och en ytterligare ökning kunde noteras hos fem (häst A, C, D, F och G) av sju hästar efter $90 \pm$ dagar.

För samtliga hästar kunde en minskning av majoriteten av höjddifferenserna på P2:s tuggyta noteras efter tandraspning dag 1, vilket får anses stödja avtrycksmetodens validitet. Det förekommer dock observationer som uppvisar det omvända resultatet (figur 3, 5 och 7). Det är osannolikt att det verkligen förhåller sig så eftersom nämnda mätningar utfördes samma dag med endast några minuters mellanrum. Något typ av mätfel förelåg alltså vid dessa mätpunkter vid endera mättillfället. Möjliga orsaker var skillnader i referensplanets vinkling, defekter i gipsmodellen som inte noterats vid datamätning, eller felaktig positionering av mätpunkter vid datamätning. Att det för vissa mätpunkter inte förelåg någon höjdskillnad dag 1 före och efter tandraspning är naturligt, eftersom det vid en raspning inte sker ett uniformt avlägsnande av tandvävnad från occlusalytan.

Hos de flesta hästar sågs en ökning av höjddifferenserna vid mätning efter 60 ± 2 dagar jämfört med dag 1 efter tandraspning. För häst A sågs detta utfall endast för hälften av differenserna och för häst B hade majoriteten av mätobservationerna istället ett lägre värde än dag 1 efter raspning. Gemensamt för häst A och B var att deras gipsmodeller från dag 1 efter tandraspning var de som var synligt minst raspade. När mätosäkerheterna för respektive steg i metoden adderas blir resultatet en sammanlagd felavvikelse på $\pm 0,2$ mm. Rimligen borde det förhålla sig så att ju mindre skillnad i höjddifferens som verkligen förelåg vid de olika mättillfällena, desto större utrymme fick dessa mätfel att påverka utgången av resultatet.

En annan förklaring till skillnader i höjddifferenser mellan individer är att genom raspning ändras slitningsförhållandet mellan den aktuella tanden och motstående tand, i detta fall P2 i underkäken. Således kommer vissa emaljåsar, som före raspning av tuggytan motstod ett stort slitage, efter tandraspning till viss del avlastas från slitage, varför närliggande cement och dentin slitits i mindre utsträckning. Detta har resulterat i minskad skillnad i höjddifferens vid dessa mätpunkter. På motsvarande sätt har slitaget istället ökat för andra emaljåsar efter tandraspning, vilket lett till att närliggande cement och dentin slitits i högre grad än tidigare och differenserna istället ökat.

Resultaten för häst C, F och G är de utfall som bäst överensstämmer med hypotesen för denna studie. Dessa hästar uppvisade en tydlig minskning av höjddifferenserna dag 1 efter tandraspning, därefter en lika entydig ökning efter 60 ± 2 dagar och majoriteten av differenserna hade också ökat sina värden ytterligare vid mätning efter 90 ± 2 dagar. Dessa hästar var också de där det gick att se en markant skillnad mellan tandavtryck och gipsmodell före tandraspning jämfört med de efter raspning. I analogi med den tidigare diskussionen kring de

avvikande resultaten för häst A, B och E ovan, medför en kraftigare nedraspning av emaljåsarna mindre utrymme för att mätosäkerheter påverkat resultaten.

En ökning av majoriteten av de uppmätta differenserna på P2:s tuggyta mellan dag 60 ± 2 och 90 ± 2 , kunde observeras för fem (häst A, C, D, F och G) av sju hästar. För häst B gällde detta endast för hälften av höjdskillnaderna, medan häst E istället uppvisade en minskning av majoriteten av differenserna mellan dessa mättillfällen. Noterbart är att ursprungsnivån för dag 1 före tandraspning uppnåddes efter 90 ± 2 dagar för majoriteten av differenserna hos fyra (häst A, C, F och G) av sju hästar, medan detta var fallet för hälften av differenserna hos häst D. För två av fem hästar (häst B och E) hade majoriteten av höjdskillnaderna inte uppnått ursprungsnivån för dag 1 före tandraspning. Att ursprungsnivån för dag 1 före tandraspning i många fall är tangerad efter 90 ± 2 dagar, har en klinisk betydelse i att den avsedda effekten med avlägsnandet av vassa emaljåsar eventuellt bara kvarstår under tre månaders tid.

Under försökets gång gjordes ansträngningar att optimera metoderna och att minimera kända mätosäkerheter. Vid avtryckstagning noterades vikten av ett exakt förhållande mellan pulver och vatten, då små förändringar i mängdrelation gav för våta eller för torra avtryck, vilket ibland blev fallet trots givna mått. Efter diskussion med försäljaren framkom att även variationer i luftfuktighet kunde påverka pulvret så att det optimala förhållandet förändrades. Med tanke på att studien utfördes under fyra månaders tid, från augusti till november, är det troligt att variationer i luftfuktighet var en bidragande orsak till att det ibland krävdes flera avtryck innan massan fick tillfredsställande konsistens.

Just avtrycksmassans konsistens bedömdes vara av stor betydelse för optimal återgivning av tuggytan, då en för våt eller för torr massa inte höll samman tillräckligt för att kunna skildra det komplexa mönstret av emaljåsar och dalar av dentin och cement. Dessutom var en tillräcklig spatling av största vikt för att undvika luftbubblor i massan, som annars gav defekter i det färdiga avtrycket. En viss grad av luftbubblor förekom dock i stort sett på alla avtryck, varför avtryckstagningen inriktades på att försöka minimera dessa.

En annan problematik med avtryckstagningen var att bibehålla formens läge mot P2 medan massan stelade. Att hålla i tungan minimerade tungans interferering i provtagningsprocessen i de flesta fall. Butorfanol var ett bra komplement till sederingen i de fall där hästen var väldigt orolig och ändå riskerade att vidröra formen med tungan eller kinden och därigenom störa massans stelningsprocess.

Vidare kunde avtrycksdefekter även orsakas av en felaktig vinkling av formen vid kontakt med P2:s tuggyta och i de flesta fall resulterade detta i att den mest buccala delen av tuggytan ej återgavs i avtrycket. Detta dels på grund av att kinden kunde trycka mot formen och förskjuta denna lingualt, samt dels till följd av att det ur ren arbetsergonomisk synvinkel var komplicerat att anlägga formen med korrekt vinkling och lutning utefter P2. Avtryck med defekter användes ej för gipsmodellering.

Två olika typer av gips användes vid gipsmodelleringen. Den egentliga skillnaden mellan dem var att Hera Moldanos hårdgips upplevdes ge just hårdare och därmed långsiktigt beständigare gipsmodeller, jämfört med Krone modellgips. Det bedömdes dock inte föreligga någon skillnad i gipstypernas detaljåtergivning av

tandavtrycken. Enligt Hexagon Metrology Nordic förekom det heller inga väsentliga skillnader i hur väl de båda gipstyperna kunde laserscannas.

Den största orsaken till defekter vid gipsmodelleringen var luftbubblor i tandavtrycket, som orsakade falska förhöjningar i tuggytan. Luftbubblor kunde dock även uppkomma under själva gipsberedningen, varför denna kontinuerligt fick kontrolleras.

Vid laserscanningen var det huvudsakliga problemet att definiera ett referensplan för varje enskild gipsmodell. Samma referensplan kunde inte bibehållas för en hästs samtliga fyra 3D-modeller. Detta till följd av att den yta som efterföljande modeller avsågs jämföras med, det vill säga 3D-modellen före tandraspning, också var den yta som sedan förändrades genom tandraspning. Därmed saknades beständiga punkter gemensamma för en hästs alla 3D-modeller. Lösningen som Hexagon Metrology Nordic utarbetade, var att skapa individuella referensplan för samtliga 3D-modeller som genomsnittligt kunde representera tuggytans utformning. Eftersom studien avsåg att jämföra skillnaden i höjd mellan emaljåsar och närliggande dentin eller cement och inte absoluta värden, bedömdes metoden som tillfredsställande.

Med ovanstående metod saknades det i dataprogrammet Polyworks® möjlighet att med hjälp av någon form av koordinatsystem automatiskt definiera punkter på tuggytan som kunde identifieras på samtliga 3D-modeller. Istället definierades ett antal mätpunkter utifrån karaktäristiska strukturer och mönster på P2:s tuggyta, vilka enkelt kunde hittas vid mätning av alla 3D-modeller. Därefter kunde fler mätpunkter preciseras utefter räta linjer från dessa typpunkter och därigenom säkerställdes systematiken i mätningarna. Genom att 3D-modellerna gick att vinkla, vrida och zooma, skapades goda förutsättningar för att hitta just räta linjer från utgångspunkterna och korrekta positioner för mätpunkterna. Som tidigare nämnts valdes ett stort antal mätpunkter för att kompensera för eventuella bortfall till följd av gipsdefekter. Ingen mätning utfördes på punkter där det förekom synliga defekter i gipsmodellen.

Äldre hästars tänder slits snabbare till följd av att de har ett mindre veckat emaljmönster på tuggytan och i slutfasen av tändernas livslängd då emaljen förbukats återstår endast cement och dentin som hårdvävnader. Resultaten i denna studie tyder på att dessa vävnader har en betydligt lägre slithållfasthet än emalj, vilket torde försvåra den äldre hästens foderbearbetning. Dessutom minskar den äldre hästens totala tuggytsarea ju mer tändernas slits. Tandraspning medför oundvikligen att en del av det begränsade emaljkapitalet tas bort varvid tändernas livslängd förkortas. I studien har det visats att emaljåsarnas höjd i förhållande till cement och dentin i många fall har återfått inom tre månaders tid efter en tandraspning. Ur klinisk synvinkel är det därför av vikt att notera att den effekt som avses uppnås genom nedraspning av vassa emaljåsar är kortvarig emedan minskningen av emaljkapitalet är permanent. Eftersom hästens hälsa och välbefinnande till stor del är beroende av en effektiv foderbearbetning finns det därför anledning att vara restriktiv med tandraspning som åtgärd på häst och inte slentrianmässigt raspa ned ”vassa emaljåsar”.

SLUTSATS

Resultaten visar att cement och dentin har en lägre slithållfasthet och därmed slits snabbare än emalj. Det kunde också noteras att emaljåsarnas höjd i förhållande till cement och dentin i många fall återficks inom tre månader efter nedraspning.

¹ Orion Pharma Animal Health, Sollentuna, Sverige

² Vetoquinol Scandinavia AB, Åstorp, Sverige

³ Lascod, Des Plaines, Illinois, USA

⁴ Cederroth International AB, Upplands Väsby, Sverige

⁵ Hilliges Gipswerk GmbH & Co. KG, Osterode am Harz, Tyskland

⁶ Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Tyskland

⁷ Hexagon Metrology Nordic AB, Göteborg, Sverige

⁸ Hexagon Metrology Inc., North Kingstown, Rhode Island, USA

⁹ InnovMetric Software Inc., Québec, Canada

REFERENSER

- Baker, GJ. (2005a) Abnormalities of wear and periodontal disease. In: Baker, GJ., Easley, J. (Ed.) *Equine Dentistry*. 2. ed. pp. 111-119. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Baker, GJ. (2005b) Dental physiology. In: Baker, GJ., Easley, J. (Ed.) *Equine Dentistry*. 2.ed. pp. 49-54. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Bonin, SJ., Clayton, HM., Lanovaz, JL., Johnson, TJ. (2006) Kinematics of the equine temporomandibular joint. *American Journal of Veterinary Research* 67:3, 423-28.
- Carmalt, JL., Townsend, HGG., Allen, AL. (2003) Effect of dental floating on the rostrocaudal mobility of the mandible of horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 223:5, 666-669.
- Carmalt, JL., Townsend, HGG., Janzen, ED., Cymbaluk, NF. (2004) Effect of dental floating on weight gain, body condition score, feed digestibility, and fecal particle size in pregnant mares. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 225:12, 1889-1893.
- Dixon, PM. (2005) Dental anatomy. In: Baker, GJ., Easley, J.(Ed.) *Equine Dentistry*. 2. ed. pp. 25-48. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Dyce, KM., Sack, WO., Wensing, CJG. (2002) The head and ventral neck of the horse. In: Dyce, KM., Sack, WO., Wensing, CJG. *Veterinary Anatomy*. 3. ed. pp. 479-509. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Easley, J. (1998) Dental care and instrumentation. *The Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 14:2, 309-330.
- Jørgensen, J. Mättekniker, Hexagon Metrology Nordic, Göteborg. Personligt meddelande, 10 november 2009.
- Kilic, S., Dixon, PM., Kempson, SA. (1997a) A light microscopic and ultrastructural examination of calcified dental tissues of horses: 1. The occlusal surface and enamel thickness. *Equine Veterinary Journal* 29:3, 190-197.
- Kilic, S., Dixon, PM., Kempson, SA. (1997c) A light microscopic and ultrastructural examination of calcified dental tissues of horses: 3. Dentine. *Equine Veterinary Journal* 29:3, 206-212.
- Kilic, S., Dixon, PM., Kempson, SA. (1997d) A light microscopic and ultrastructural examination of calcified dental tissues of horses: 4. Cement and the amelocemental junction. *Equine Veterinary Journal* 29:3, 213-219.
- Kirkland, KD., Baker, GJ., Manfra Marretta, S., Eurell, JC., Losonsky, JM. (1996) Effects of aging on the endodontic system, reserve crown, and roots of equine mandibular cheek teeth. *American Journal of Veterinary Research* 57:1, 31-38.
- Lowder, M., Mueller, E. (1998) Dental embryology, anatomy, development, and aging. *The Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 14:2, 227-245.
- Muylle, S., Simoens, P., Lauwers, H. (1996) Ageing horses by an examination of their incisor teeth: an (im)possible task? *The Veterinary Record* 138, 295-301.
- Muylle, S., Simoens, P., Lauwers, H., Van Loon, G. (1997) Ageing draft and trotter horses by their dentition. *The Veterinary Record* 141, 17-20.
- Muylle, S., Simoens, P., Lauwers, H., Van Loon, G. (1998) Ageing Arab horses by their dentition. *The Veterinary Record* 142, 659-662.
- Muylle, S., Simoens, P., Verbeeck, R., Ysebaert, MT., Lauwers, H. (1999) Dental wear in horses in relation to the microhardness of enamel and dentine. *The Veterinary Record* 144, 558-561.

- Pettersson, H., Lundström, T. (1991) Hästens tänder. *Svensk Veterinärtidning Supplement* 24 43:8/9.
- Ralston, SL., Foster, DL., Divers, T., Hintz, HF. (2001) Effect of dental correction on feed digestibility in horses. *Equine Veterinary Journal* 33:4, 390-393.
- Scrutchfield, WL., Schumacher, J. (1993) Examination of the oral cavity and routine dental care. *The Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 9:1, 123-131.

BILAGA 1

Tabell 2. Häst A, sto, 11 år. Höjddifferenserna (mm) mellan emalj och dentin eller cement, dag 1 före och efter tandraspning, samt efter 60 ± 2 dagar och 90 ± 2 dagar

Differens	Dag 1 f.r. ^a (mm)	Dag 1 e.r. ^b (mm)	60 dgr ±2e.r. ^b (mm)	Förändring 0/+/- ^c	90 dgr ±2 e.r. ^b (mm)	Förändring 0/+/- ^c
E1-D1	2,0					
E2-D1	0,9					
E3-D1	0,6					
E4-D2	0,6				0,5	
E5-C1	1,1	0,9			1,1	
E6-C1	0,5	0,5			0,6	
E7-D3	0,6	0,4			0,6	
E8-C2	0,9	0,5			1,0	
E9-D4	1,0	0,6	0,8	+	1,1	+
E10-D4	1,8	1,7	1,7	0	1,0	-
E11-D5	1,3	0,8	1,3	+	1,4	+
E12-C3	1,2	1,0	1,1	+	1,2	+
E13-D6	1,0	0,8	1,0	+		
E14-D6	1,8	1,9	1,7	-		
E15-D7	0,8	0,5	0,9	+	1,2	+
E16-D7	1,4	1,2	1,5	+	1,4	-
E17-D8	0,6	0,4	0,6	+	0,7	+
E18-D8	1,2	1,1	0,8	-	0,8	0
E19-D9						
E20-C4	0,3	0,3			0,4	
E21-C4	0,7	0,6				
E22-D12	1,1	0,9	0,8	-	1,2	+
E23-D10	0,5	0,5	0,5	0	0,7	+
E24-D10	0,9	1,1			0,4	
E25-D11	0,9	0,9	0,8	-	1,0	+
E26-C5	0,8	0,8	0,7	-		
E27-D12	0,6	0,7	0,6	-	0,8	+
E28-D12	1,3	1,3	1,2	-	1,0	-
E29-D10	0,7	0,8	0,8	0	0,5	-
E30-D13	1,8	0,9	1,1	+		
E31-C6	2,0	1,8			1,9	
E32-D14	0,9	0,8	0,9	+	1,0	+
E33-D14	1,9	1,2	1,5	+	1,6	+
E34-D13	1,6	1,3				
E35-D15	0,7		0,6			
E36-D15	1,2		1,0			

^a f.r.= före raspning. ^b e.r.= efter raspning. ^c Förändring 0/+/- avser ingen (0), ökad (+) eller minskad (-) höjddifferens mellan aktuellt mättillfälle och närmast föregående mättillfälle.

Tabell 3. Häst B, sto, 19 år. Höjddifferenserna (mm) mellan emalj och dentin eller cement, dag 1 före och efter tandraspning, samt efter 60 ± 2 dagar och 90 ± 2 dagar

Differens	Dag 1 f.r. ^a (mm)	Dag 1 e.r. ^b (mm)	60 dgr ±2e.r. ^b (mm)	Förändring 0/+/- ^c	90 dgr ±2 e.r. ^b (mm)	Förändring 0/+/- ^c
E1-D1	1,6	1,4				
E2-D1	1,5	1,0			1,0	
E3-D1	0,3	0,6			1,0	
E4-D2	1,4	0,2			0,3	
E5-C1		0,6	0,2	-	0,1	-
E6-C1		0,4	0,3	-	0,2	-
E7-D3		0,6	0,2	-	0,3	+
E8-C2		0,3	0,4	+	0,5	+
E9-D4		0,6	0,3	-	0,5	+
E10-D4	0,8	0,7	1,3	+	1,6	+
E11-D5	2,8	1,4	1,0	-	1,0	0
E12-C3	1,2	0,6	0,4	-	0,7	+
E13-D6	1,2	0,6	0,3	-	0,5	+
E14-D6	0,8	1,0	1,1	+	1,4	+
E15-D7	2,3	1,2	1,0	-	1,1	+
E16-D7	0,5	0,9	1,6	+	1,6	0
E17-D8	0,8	0,5	0,2	-	0,4	+
E18-D8	0,8	1,0	1,1	+	1,1	0
E19-D9	0,8	0,4			0,3	
E20-C4	0,4	0,3	0,2	-	0,2	0
E21-C4	0,2	0,1	0,5	+	0,2	-
E22-D12	0,6	0,9	1,0	+	0,5	-
E23-D10	1,0	0,4	0,4	0	0,3	-
E24-D10	0,6	0,8	1,1	+	0,7	-
E25-D11		0,6	0,9	+	1,2	+
E26-C5	1,4	0,9	0,8	-	1,0	+
E27-D12	1,6	1,2	0,8	-	0,8	0
E28-D12	0,8	1,3	1,5	+	1,4	-
E29-D10	0,9	0,7	0,8	+	0,7	-
E30-D13		1,7	1,4	-	1,5	+
E31-C6	1,0	1,0	0,8	-	0,9	+
E32-D14	0,9	1,2	0,6	-	0,8	+
E33-D14	1,0	1,2	1,1	-	1,0	-
E34-D13	0,4	0,0	0,2	+	0,3	+
E35-D15	0,7	0,5	0,4	-	0,6	+
E36-D15	0,5	0,5	0,6	+	0,7	+

^a f.r.= före raspning. ^b e.r.= efter raspning. ^c Förändring 0/+/- avser ingen (0), ökad (+) eller minskad (-) höjddifferens mellan aktuellt måttillfälle och närmast föregående måttillfälle.

Tabell 4. Häst C, valack, 9 år. Höjddifferenserna (mm) mellan emalj och dentin eller cement, dag 1 före och efter tandraspning, samt efter 60 ± 2 dagar och 90 ± 2 dagar

Differens	Dag 1 f.r. ^a (mm)	Dag 1 e.r. ^b (mm)	60 dgr ±2e.r. ^b (mm)	Förändring 0/+/- ^c	90 dgr ±2 e.r. ^b (mm)	Förändring 0/+/- ^c
E1-D1	1,9	0,1			0,8	
E2-D1	0,4	0,4			0,4	
E3-D1	0,3	0,2			0,3	
E4-D2	0,4	0,3	0,3	0	0,5	+
E5-C1	0,1	0,1			0,2	
E6-C1	0,1	0,1			0,1	
E7-D3	0,4	0,4			0,5	
E8-C2	0,6	0,2	0,8	+	0,6	-
E9-D4	0,7	0,4	0,7	+	0,7	0
E10-D4	0,9	0,5	0,9	+	0,9	0
E11-D5	0,9	0,3	0,9	+	1,0	+
E12-C3	1,1	0,5	0,9	+	1,0	+
E13-D6	0,7	0,5	0,7	+	0,8	+
E14-D6	1,1	0,4	1,1	+	1,1	0
E15-D7	1,1	0,4	1,0	+	1,1	+
E16-D7	1,6	0,7	1,2	+		
E17-D8	0,9	0,6	0,8	+	0,9	+
E18-D8	0,8	0,6	0,8	+	0,7	-
E19-D9	1,2	0,1			0,6	
E20-C4	0,1	0,3	0,2	-		
E21-C4	0,3	0,2	0,3	+		
E22-D12	0,9	0,6	0,5	-	0,7	+
E23-D10	0,4	0,4	0,4	0	0,7	+
E24-D10	1,0	0,4	0,8	+	0,8	0
E25-D11	1,0	0,8	1,2	+	1,1	-
E26-C5	0,9	0,9	1,0	+	1,0	0
E27-D12	0,9	0,7	0,5	-	0,8	+
E28-D12	1,0	0,7	1,1	+	1,1	0
E29-D10	0,7	0,5	0,4	-	0,6	+
E30-D13	1,3	0,3	1,1	+	1,2	+
E31-C6	1,6	1,2	1,3	+	1,4	+
E32-D14	1,0	0,6	0,7	+	0,8	+
E33-D14	2,0	0,8	1,2	+	1,5	+
E34-D13			0,3			
E35-D15		0,0	0,2	+	0,3	+
E36-D15	1,3	0,9	1,3	+	1,3	0

^a f.r.= före raspning. ^b e.r.= efter raspning. ^c Förändring 0/+/- avser ingen (0), ökad (+) eller minskad (-) höjddifferens mellan aktuellt mätillfälle och närmast föregående mätillfälle.

Tabell 5. Häst D, hingst, 20 år. Höjddifferenserna (mm) mellan emalj och dentin eller cement, dag 1 före och efter tandraspning, samt efter 60 ± 2 dagar och 90 ± 2 dagar

Differens	Dag 1 f.r. ^a (mm)	Dag 1 e.r. ^b (mm)	60 dgr ±2e.r. ^b (mm)	Förändring 0/+/- ^c	90 dgr ±2 e.r. ^b (mm)	Förändring 0/+/- ^c
E1-D1		0,1	0,9	+		
E2-D1		0,2	0,6	+		
E3-D1		0,1	0,7	+		
E4-D2		0,7	0,5	-	0,9	+
E5-C1	0,5				0,4	
E6-C1	0,8				0,8	
E7-D3	0,9	0,6	0,6	0	0,8	+
E8-C2	0,5	0,3			0,5	
E9-D4	0,8	0,7	0,7	0	0,7	0
E10-D4	0,5	0,7	0,7	0	0,7	0
E11-D5	1,7	1,3				
E12-C3	0,6	0,3	0,3	0	0,6	+
E13-D6		0,5	0,5	0	0,7	+
E14-D6		0,8	1,1	+	0,8	-
E15-D7	1,7	0,9	1,7	+	1,7	0
E16-D7	1,1	1,0	1,2	+	1,1	-
E17-D8	0,9	0,5	0,5	0	0,6	+
E18-D8	0,5	0,6	0,8	+	0,7	-
E19-D9	1,0					
E20-C4	0,6	0,4	0,3	-		
E21-C4	0,2	0,2	0,2	0		
E22-D12	0,2	0,3	0,6	+	0,6	0
E23-D10	0,7	0,4	0,6	+	0,7	+
E24-D10		0,1	0,2	+	0,5	+
E25-D11			1,6		1,8	
E26-C5		0,3	0,4	+	0,8	+
E27-D12	1,4	0,8	1,2	+	1,3	+
E28-D12	1,3	1,0	1,2	+	1,3	+
E29-D10	1,4	1,1	0,8	-	1,2	+
E30-D13	1,6		1,5		1,6	+
E31-C6		0,3	0,8	+	1,0	+
E32-D14	1,2	0,7	0,9	+	1,0	+
E33-D14	1,7	0,7	1,0	+	1,4	+
E34-D13	1,2		0,9		1,1	+
E35-D15	1,0	0,6	0,6	0	0,8	+
E36-D15		0,8	0,9	+	1,0	+

^a f.r.= före raspning. ^b e.r.= efter raspning. ^c Förändring 0/+/- avser ingen (0), ökad (+) eller minskad (-) höjddifferens mellan aktuellt måttillfälle och närmast föregående måttillfälle.

Tabell 6. Häst E, sto, 9 år. Höjddifferenserna (mm) mellan emalj och dentin eller cement, dag 1 före och efter tandraspning, samt efter 60 ± 2 dagar och 90 ± 2 dagar

Differens	Dag 1 f.r. ^a (mm)	Dag 1 e.r. ^b (mm)	60 dgr ±2e.r. ^b (mm)	Förändring 0/+/- ^c	90 dgr ±2 e.r. ^b (mm)	Förändring 0/+/- ^c
E1-D1	2,3	1,5	1,7	+	1,8	+
E2-D1	1,1	0,3	0,5	+	0,7	+
E3-D1	0,4	0,4	0,4	0	0,4	0
E4-D2	0,9	0,0	0,1	+		
E5-C1		0,3	0,2	-	0,3	+
E6-C1		0,4	0,3	-	0,4	+
E7-D3	1,1		0,8		0,6	-
E8-C2		0,6	0,4	-	0,5	+
E9-D4	1,3	0,5	0,7	+	0,6	-
E10-D4		1,2	1,2	0	1,3	+
E11-D5	1,7	0,6	1,2	+		
E12-C3		0,9	0,8	-	0,9	+
E13-D6	1,4	0,6	0,9	+	0,8	-
E14-D6	1,0	1,5	1,4	-	1,4	0
E15-D7	1,8	0,7	1,1	+	1,2	+
E16-D7	0,7	0,8	0,8	0		
E17-D8	0,9	0,6	0,7	+	0,7	0
E18-D8	0,7	1,2	1,0	-	0,9	-
E19-D9	1,1	0,4	0,5	+	0,7	+
E20-C4	0,5	0,5	0,4	-	0,4	0
E21-C4	0,2	0,3			0,2	
E22-D12	0,7	0,8	0,8	0	0,8	0
E23-D10	0,9	0,2	0,5	+	0,5	0
E24-D10	0,8	1,1	0,8	-	1,1	+
E25-D11		0,8	1,2	+	1,2	0
E26-C5	0,8	0,1	0,8	+	0,7	-
E27-D12	1,8	1,1	1,4	+	1,4	0
E28-D12	1,3	1,5	1,4	-	1,5	+
E29-D10	1,3	0,8	0,9	+	1,1	+
E30-D13		0,9	1,1	+	1,3	+
E31-C6	0,9	0,6	0,8	+	0,9	+
E32-D14	1,4	1,0	1,3	+	1,4	+
E33-D14	1,1	1,2	1,4	+	1,3	-
E34-D13						
E35-D15	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0
E36-D15	1,1	0,7	0,9	+	1,0	+

^a f.r.= före raspning. ^b e.r.= efter raspning. ^c Förändring 0/+/- avser ingen (0), ökad (+) eller minskad (-) höjddifferens mellan aktuellt mätillfälle och närmast föregående mätillfälle.

Tabell 7. Häst F, sto, 9 år. Höjddifferenserna (mm) mellan emalj och dentin eller cement, dag 1 före och efter tandraspning, samt efter 60 ± 2 dagar och 83 dagar

Differens	Dag 1 f.r. ^a (mm)	Dag 1 e.r. ^b (mm)	60 dgr ±2e.r. ^b (mm)	Förändring 0/+/- ^c	83 dgr e.r. ^b (mm)	Förändring 0/+/- ^c
E1-D1		0,9	1,2	+	1,7	+
E2-D1	1,0	0,4			0,8	
E3-D1	0,2	0,2			0,2	
E4-D2	0,4	0,2				
E5-C1	0,4	0,3	0,3	0	0,4	+
E6-C1	0,2		0,3		0,3	0
E7-D3			0,3		0,3	0
E8-C2	0,5	0,4	0,6	+	0,5	-
E9-D4	0,7		0,7		0,7	0
E10-D4	1,1	0,9	1,1	+	1,2	+
E11-D5	1,1	0,8	1,1	+	1,1	0
E12-C3	0,9	0,5	1,0	+	0,9	-
E13-D6	0,8	0,8	0,9	+	0,9	0
E14-D6	1,6	0,9	1,3	+	1,6	+
E15-D7	1,0	0,9	0,9	0	0,9	0
E16-D7	0,8	0,7	0,8	+	1,0	+
E17-D8	0,5	0,8	0,5	-	0,7	+
E18-D8	1,0		0,7		0,9	+
E19-D9	0,6	0,2				
E20-C4	0,7	0,5	0,5	0	0,6	+
E21-C4	0,3		0,2		0,3	+
E22-D12	0,9	0,7	0,7	0	1,1	+
E23-D10	0,6	0,2	0,5	+	0,7	+
E24-D10	0,8	0,7	0,8	+		
E25-D11	1,3	1,2	1,3	+		
E26-C5	0,9	0,7	1,0	+		
E27-D12	1,1	0,5	0,9	+	1,1	+
E28-D12	1,3	1,0	1,2	+	1,4	+
E29-D10	0,9	0,5	0,8	+	0,8	0
E30-D13	1,3	1,2	1,3	+	1,4	+
E31-C6	1,0	0,5	0,9	+	1,1	+
E32-D14	0,9	0,5	0,8	+	1,0	+
E33-D14	1,4	1,1	1,3	+	1,5	+
E34-D13	1,1					
E35-D15	0,4	0,4	0,3	-	0,3	0
E36-D15	1,0	0,9	1,0	+	1,0	0

^a f.r.= före raspning. ^b e.r.= efter raspning. ^c Förändring 0/+/- avser ingen (0), ökad (+) eller minskad (-) höjddifferens mellan aktuellt måttillfälle och närmast föregående måttillfälle.

Tabell 8. Häst G, sto, 17 år. Höjddifferenserna (mm) mellan emalj och dentin eller cement, dag 1 före och efter tandraspning, samt efter 60 ± 2 dagar och 83 dagar

Differens	Dag 1 f.r. ^a (mm)	Dag 1 e.r. ^b (mm)	60 dgr ±2e.r. ^b (mm)	Förändring 0/+/- ^c	83 dgr e.r. ^b (mm)	Förändring 0/+/- ^c
E1-D1	3,1	1,5			1,7	
E2-D1	1,0	0,0	0,5	+	1,2	+
E3-D1	0,1	0,3				
E4-D2	0,7	0,3	0,7	+	0,8	+
E5-C1		0,1	0,2	+	0,2	0
E6-C1	0,2	0,1	0,2	+	0,2	0
E7-D3		0,5	0,6	+	0,8	+
E8-C2	0,7	0,4			0,7	
E9-D4	0,9	0,3	0,5	+	0,8	+
E10-D4	0,6	0,7	0,8	+	0,8	0
E11-D5	1,5	1,1	1,5	+	1,6	+
E12-C3	0,8	0,2	0,4	+	1,0	+
E13-D6	0,9	0,1	0,5	+	1,0	+
E14-D6	1,2	1,2	1,1	-	1,3	+
E15-D7	1,5	0,7	1,0	+	1,5	+
E16-D7	1,0	0,9				
E17-D8	0,9	0,3	0,8	+	0,9	+
E18-D8	1,0	0,9	1,2	+	1,0	-
E19-D9		0,1	0,5	+	0,9	+
E20-C4	0,6	0,1	0,2	+		
E21-C4	0,1	0,1	0,2	+		
E22-D12	0,8	0,8	0,8	0	0,8	0
E23-D10	0,5	0,0	0,4	+	0,6	+
E24-D10	1,2	1,0	1,1	+	1,2	+
E25-D11	1,5	1,0	1,3	+		
E26-C5	1,0	0,4	0,7	+	1,0	+
E27-D12	1,1	0,8	0,9	+	1,2	+
E28-D12	1,0	1,4	1,4	0	1,4	0
E29-D10	0,9	0,6	0,8	+	0,9	+
E30-D13	1,3	1,0	1,2	+		
E31-C6	0,7	0,4	0,6	+	0,9	+
E32-D14	0,9	0,3	0,7	+	1,1	+
E33-D14	1,7	1,6	1,8	+	1,8	0
E34-D13						
E35-D15	0,8	0,7	0,8	+	0,8	0
E36-D15	1,3	1,1	1,1	0	1,3	+

^a f.r.= före raspning. ^b e.r.= efter raspning. ^c Förändring 0/+/- avser ingen (0), ökad (+) eller minskad (-) höjddifferens mellan aktuellt måttillfälle och närmast föregående måttillfälle.